

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 15 DEC 2000	
WIPO	PCT

24
PCT/DE 00 / 03478
W
DE 00 / 3478
E.U.

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 47 683.7
Anmeldetag: 05. Oktober 1999
Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG,
Stuttgart/DE
Bezeichnung: Schalldruck-Kalibrator
IPC: G 01 H 3/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. November 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Seiler

Seiler

Schalldruck-Kalibrator

Die Erfindung betrifft einen Schalldruck-Kalibrator gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

5

Die Kalibrierung von Schalldruckmessgebern erfolgt im allgemeinen mit handelsüblichen Schalldruck-Kalibratoren, die einen maximalen Schalldruck von 94dB oder 124 dB erzeugen können. Für Messungen von Schalldruckpegeln ist es erforderlich die Kalibrierung mit nahezu ebenso hohen wie die zu messenden Pegeln durchzuführen, um die erforderliche Messgenauigkeit zu erreichen und um die erforderliche Dynamik des Aufzeichnungsgerätes der Messkette, z.B. eines Bandgerätes, zur optimalen Aussteuerung des Aufzeichnungsgerätes überprüfen zu können. Die in der Höhe begrenzten Schalldruckpegel der handelsüblichen Schalldruck-Kalibratoren können die vorgenannten Anforderungen nicht immer erfüllen.

15

Weiterhin ist es bei den bekannten Schalldruck-Kalibratoren erforderlich den Schalldruckmessgeber zur Kalibrierung aus seiner aufnehmenden Struktur auszubauen; damit er an die handelsüblichen Schalldruck-Kalibratoren adaptiert werden kann. Dieser erforderliche Ausbau ist bei längerwährenden Messversuchen mit häufigeren Kalibriervorgängen sehr zeitaufwendig und erfordert einen hohen Arbeitsaufwand. Durch das häufige Ein- und Ausbauen besteht die Gefahr, dass die empfindlichen Schalldruckmessgeber dabei beschädigt werden.

20

Aufgabe der Erfindung ist es einen Schalldruck-Kalibrator zu schaffen, der auch für zu messende Schalldrücke oberhalb von 124 dB geeignet und am eingebauten Schalldruckmessgeber adaptierbar ist.

25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

30

Die erfindungsgemäße Lösung basiert auf einem Hochdruckadapter an einem handelsüblichen Pistophon, der den vom Pistophon abgegebenen Schalldruck akustisch

vorteilhaft auf Werte von > 150 dB verstärkt und die Kalibrierung des Schalldruckmeßgebers vor Ort im eingebauten Zustand ermöglicht.

5 Damit können Kalibrierungen unmittelbar vor Beginn des Messvorganges vor Ort an der gesamten Messkette ausgeführt werden und Messungen auch für hohe Schalldruckpegel mit relativ hoher Genauigkeit erfolgen. Weiterhin ermöglicht der Adapter vorteilhaft durch Anpassmodule die Möglichkeit unterschiedliche Typen von Schalldruckmessgebern zu kalibrieren.

10 Anhand der Zeichnung wird nachstehend ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Die Fig. zeigt die Prinzipskizze des erfindungsgemäßen Schalldruck-Kalibrators.

Der in der Fig. gezeigte Schalldruck-Kalibrator besteht aus einem Pistonphon 1, einem an den Ausgang des Pistonphons angeschlossenen Hochdruckadapter 2 und einem
15 Schalldruckmessgeber 3.

Das Pistonphon 2 weist einen Kolben 4 zur Schalldruckerzeugung auf und hat ein einstellbares Pistonphonvolumen 5. Der Hochdruckadapter 2 besteht aus einem $\lambda/4$ -Resonators 6 mit einer aufgeweiteten Adapteröffnung 7 für die schalldichte Anbindung des
20 Hochdruckadapters an den Schalldruckmessgeber 3 mittels eines Dichtringes 8. In den Hochdruckadapter 2 ist ein mechanisches Ausgleichsgelenk 9 integriert, das die schalldichte Anbindung zwischen dem Hochdruckadapter 2 und dem Schalldruckmessgeber 3 ggü. einer starren Ausführung des Hochdruckadapters 2 bei unvollkommener Ausrichtung der Komponenten zueinander vereinfacht. Der
25 Schalldruckmessgeber 3 bleibt in seiner Struktur 10 auch während der Kalibration eingebaut. Das Pistonphonvolumen 5 ist für den statischen Druck über eine Resistanzbohrung belüftet. Der $\lambda/4$ -Resonators 6 ist als Rohr mit konstantem Durchmesser ausgebildet.

30 Im Pistonphon 1 wird das einstellbare Pistonphonvolumen 5 durch den Kolben 4 mit der Frequenz f sinusförmig komprimiert und mit den dadurch erzeugten dynamischen Druckschwankungen das $\lambda/4$ -Resonator-Rohr angeregt. Der als $\lambda/4$ -Resonator

ausgebildete Hochdruckadapter 2 verstärkt den im Pistophonvolumen erzeugten Schalldruck und beaufschlagt über seine Adapteröffnung 7 den Schalldruckmessgeber 3 mit dem verstärkten Schalldruck.

- 5 Das einstellbare Pistophonvolumen 5, sowie die Länge des $\lambda/4$ -Resonators 6 können mittels mechanischer Mittel so aufeinander abgestimmt werden, dass sich der akustische Kopplungseffekt und damit die Verstärkung des $\lambda/4$ -Resonators 6 auf ein Maximum einstellt. Die dabei ausgeführten Feinabstimmungen sind mittels mechanischer Mitteln verriegelbar. Die konstruktiven Mittel für die Durchführung der Abstimmungen und Verriegelungen stehen dem Fachmann ohne erfinderisch tätig werden zu müssen zur Verfügung, weshalb deren Ausbildung deshalb hier nicht näher beschrieben wird.

Für den Entwurf des erfindungsgemäßen Schalldruck-Kalibrator können die nachfolgend aufgelisteten physikalischen Zusammenhänge (G1) bis (G4) näherungsweise als

- 15 Anhaltspunkte dienen:

$$p_i = \frac{\chi \cdot p_o \cdot s \cdot l}{2V} \quad (G1)$$

p_i dyn. Druck im Pistophonvolumen

20 χ kappa Luft

p_o statischer Luftdruck in der Umgebung

s Kolbenfläche

l Kolbenamplitude (Spitze-Spitze)

V Pistophonvolumen

25

$$P_1 = \frac{p_i \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_a \cdot \rho \cdot L_e}{4(1 + 0.4 \frac{L}{2R}) \sqrt{\rho \cdot \pi \cdot v \cdot f_a}} \quad (G2)$$

- 30 P_1 dyn. Druck am meßgeberseitigen Ausgang des $\lambda/4$ -Resonators

- p_i dyn. Druck im Pistonhornvolumen
 f_A Anregungsfrequenz am Kolben
 ρ Dichte der Luft
 L Länge des Resonatorrohres
 5 L_e effektive Länge des $\lambda/4$ -Resonators (etwa 0.58 L)
 R Radius des $\lambda/4$ -Resonators
 ν dyn. Zähigkeit der Luft

$$P_2 = P_1 \frac{d^2}{D^2} \quad (G3)$$

- P_2 dyn. Druck an der Membran des Schalldruckmessgebers
 P_1 dyn. Druck am meßgeberseitigen Ausgang des $\lambda/4$ -Resonators
 15 d Durchmesser des $\lambda/4$ -Resonators
 D Durchmesser der Adapteröffnung

- Für eine gewählte Anregungsfrequenz von $f_A = 314$ Hz kann mit den voranstehend genannten Gleichungen G1 bis G3 der Schalldruckpegel P_2 an der Membran des Schalldruckmeßgebers abgeschätzt werden zu : 152,8 dB re. 2E-5 Pa. Die reale Rohrlänge muß wegen der zusätzlichen Federwirkung des Pistonphonvolumens, die parallel zu der Federwirkung des $\lambda/4$ -Resonators auftritt, größer ausgelegt werden als die sich aus der Anregungsfrequenz f_A theoretisch ergebende Rohrlänge L , damit Resonanz zwischen der Anregungsfrequenz f_A und dem Schwingsystem auftritt. Die reale Rohrlänge L ergibt sich
 25 für den $\lambda/4$ -Resonator aus der gewählten Frequenz f des Schwingsystemes und der Anpassung der Federkonstanten k_2 .

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{M}} \quad (G4)$$

f Frequenz des Schwingensystemes bei Resonanz

k1 Federkonstante des Pistonhornvolumens

k2 Federkonstante des $\lambda/4$ -Resonators

5 M schwingende Masse des $\lambda/4$ -Resonators

Die Kontrollmessung eines nach den Gleichungen G1 bis G4 ausgelegten Schalldruck-Kalibrators ergab für die gewählte Anregungsfrequenz von $f_A = 314$ Hz einen Schalldruckpegel von 151,3 dB. Dieser gemessene Wert ist geringer als der sich aus den Gleichungen G1 bis G4 ergebende Wert von 152,8 dB, was auf unberücksichtigte Rand- und Reibungseinflüsse zurückzuführen ist. Die Gleichungen G1 bis G4 geben jedoch die erreichbare Größenordnung für den Schalldruckpegel an dem erfindungsgemäßen Schalldruck-Kalibrator gut wieder.

15 Die Reproduzierbarkeit des erfindungsgemäßen Schalldruck-Kalibrators anhand von Messreihen, die sich über 24 Tage erstreckten, ergibt für die Abweichung vom Mittelwert des gemessenen Schalldruckpegels etwa ± 0.3 dB. Die Abweichungen sind teilweise auf Luftdruck- und Temperaturänderungen zurückzuführen, die bei der Aufnahme der Messreihen nicht korrigiert worden sind.

20 Die voranstehend genannten Messergebnisse für die Pegelverstärkung und die Reproduzierbarkeit sind mit Piezogebern ermittelt. Werden Schalldruckmessgeber mit weichen Meßmembranen kalibriert, werden die erzielbaren Pegelverstärkungen etwas geringer ausfallen.

25 Eine Einstellung des Schalldruck-Kalibrators sollte im Labor erfolgen, mittels einer geeichten Messkette, die dem zu kalibrierenden Schalldruckmessgeber entspricht und vergleichbare Einbaubedingungen aufweist.

30

Patentansprüche

1. Schalldruck-Kalibrator für die Kalibrierung eines Schalldruckmessgebers, der in eine
5 Struktur integriert ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalldruck-Kalibrator aus
einem Pistonphon (1) und einem an den Ausgang des Pistonphons angeschlossenen
Hochdruckadapter (2) besteht, dass der Hochdruckadapter als Resonator (6) wirkt und
dass der Hochdruckadapter (2) mit einer aufgeweiteten Adapteröffnung (7) schalldicht
mit dem in der Struktur (10) eingesetzten Schalldruckmessgeber (3) verbunden ist.
- 10 2. Schalldruck-Kalibrator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Resonator
(6) als Rohr der Länge (L) mit konstantem Durchmesser (d) ausgebildet ist.
- 15 3. Schalldruck-Kalibrator nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass zur Verbesserung der schalldichten Anbindung des Hochdruckadapters (2) an den
Schalldruckmessgeber in den Hochdruckadapter (2) ein mechanisches
Ausgleichsgelenk (9) integriert und in die Adapteröffnung (7) ein Dichtring eingesetzt
ist.

20

25

Zusammenfassung

Aufgabe der Erfindung ist es einen Schalldruck-Kalibrator zu schaffen, der auch für zu messende Schalldrücke oberhalb von 124 dB geeignet und am eingebauten

- 5 Schalldruckmessgeber adaptierbar ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Schalldruck-Kalibrator aus einem Pistonphon (1) und einem an den Ausgang des Pistophonns angeschlossenen Hochdruckadapter (2) besteht, dass der Hochdruckadapter als Resonator (6) wirkt und dass der Hochdruckadapter (2) mit einer aufgeweiteten Adapteröffnung (7) schalldicht mit dem in der Struktur (10) eingesetzten
- 10 Schalldruckmessgeber (3) verbunden ist. Die Erfindung findet Anwendung in einem Schalldruck-Kalibrator für die Kalibrierung eines Schalldruckmessgebers, der in eine Struktur integriert ist.

[Fig. 1]

15

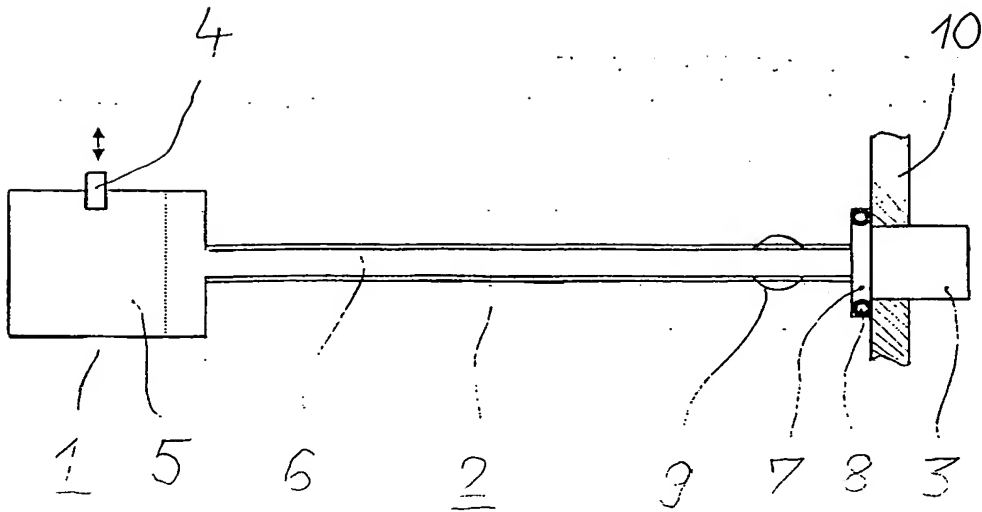


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)